取扱説明書

AA-600

アンテナ・アナライザー
0.1 ～ 600 MHz

AA-1000

アンテナ・アナライザー
0.1～ 1000 MHz

AA-1400

アンテナ・アナライザー
0.1～ 1400 MHz

RigExpert®

日本語版作成 ： JA1SCW 日下 覚
第 1 版 2012.02.25
第 2 版 2012.08.01
第 3 版 2013.11.01

目 次

1. 概 要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・4
2. 仕 様 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5
3. ご注意 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・6
4. 使い方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
4.1 使用準備 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
4.2 電源 ON-OFF ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
4.2.1 日本語設定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
4.3 メイン メニュー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8
4.4 単周波と5周波 SWR 測定モード ・・・・・・・・・・・9
4.4.1 SWR 単周波モード ・・・・・・・・・・・・・・・・9
4.4.2 SWR2Air モード ・・・・・・・・・・・・・・・・・10
4.4.3 5周波 SWR モード ・・・・・・・・・・・・・・・11
4.4.4 全項目表示 モード ・・・・・・・・・・・・・・・12
4.5 グラフ モード・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・13
4.5.1 SWR グラフ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・13
4.5.2 R,X グラフ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・14
4.5.3 スミス/ポーラ チャート・・・・・・・・・・・・・・15
4.5.4 カーソル点データ ・・・・・・・・・・・・・・・・・15
4.5.5 メモリー操作・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・16
4.5.6 較正・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・17
4.6 TDR(時間領域反射計)モード ・・・・・・・・・・・・20
4.6.1 理論 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・20
4.6.2 実測・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・23
4.7 メニュー設定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24
4.8 PC 接続 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・28
5. 応用編 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・29
5.1 アンテナ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・30
5.1.1 アンテナの検査 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・30
5.1.2 アンテナの調整 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・30
5.2 同軸ケーブル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・30
5.2.1 開放端と短絡端ケーブル ・・・・・・・・・・・30
5.2.2 ケーブル長の測定 ・・・・・・・・・・・・・・・・31
5.2.3 速度係数の測定 ・・・・・・・・・・・・・・・・32
5.2.4 ケーブルの欠陥位置 ・・・・・・・・・・・・・・33
5.2.5 λ/4、λ/2、他の同軸スタブ製作・・・・34
5.2.6 特性インピーダンスの測定 ・・・・・・・・・・35
5.3. 他の要素の測定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・36
5.3.1 キャパシタンスとインダクタンス ・・・・・・・36
5.3.2 トランス ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・38
5.3.3 トラップ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・38
5.4. RF 信号発生器 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・39

1. 概　要

リグエキスパート AA-600/AA-1000 は強力なアンテナアナライザーで、アンテナとフィーダの試験、検査、調整、修理で大きな力を発揮します。

SWR（定在波比)と インピーダンスおよびスミスチャートのグラフ表示はこのアナライザーの主要機能でアンテナ調整時間を著しく短縮できます。

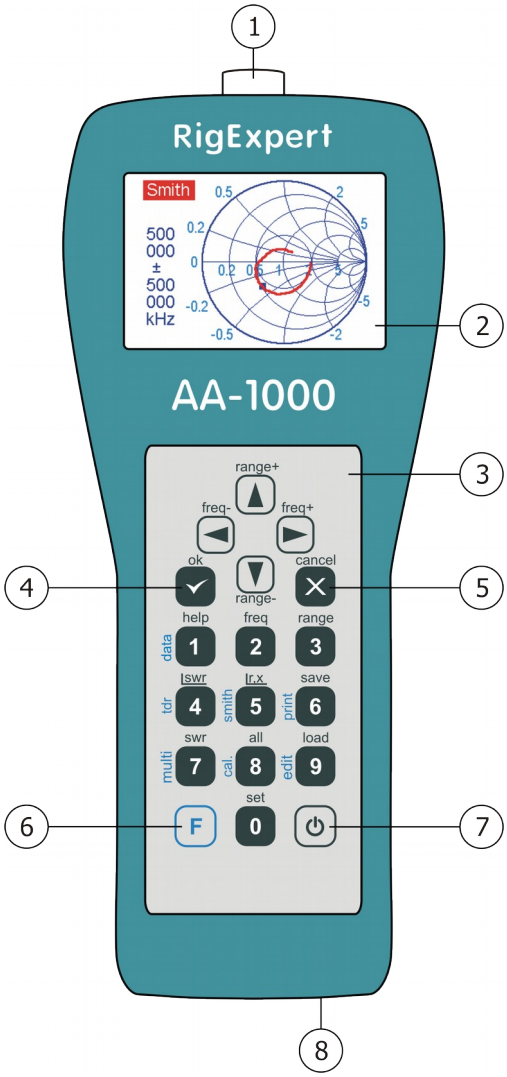
リグエキスパート AA-600/AA-1000 の簡便な使い勝手の測定モードのみならず、測定結果のメモリー保存と PC 接続機能は趣味・業務用途で大変有用です。

MultiSWR™ と SWR2Air™ はリグエキスパート製アンテナ・アナライザーだけのユニークな機能です。

内蔵の TDR(時間軸反射計）モードは同軸ケーブルの不良位置を特定できます。

当アナライザーにより、下記の項目に簡単かる短時間で対処できます。

- 迅速なアンテナチェック
- アンテナ共振点の追い込み調整
- 特定の出来事（雨、台風など）の前後での特性比較
- 同軸スタブの製作とそのパラメータ測定
- ケーブルの不良位置の特定
- キャパシタンスとインダクタンスの測定



1. アンテナコネクター
2. カラー LCD（液晶画面）
3. キーパッド
4. OK ボタン（計測の開始/中止および操作確定）
5. キャンセルボタン（メインメニューに戻る、キャンセル）
6. F ファンクション ボタン
7. 電源 ON-OFF ボタン
8. USB コネクター

2. 仕　様

周波数範囲:0.1 ～ 600 MHz　AA-600
　　0.1 ～ 1000 MHz　AA-1000
周波数入力: 1 kHz (最小周波数ステップ)
基準インピーダンス: 25、50、75 および 100Ω
SWR 測定範囲: 数値表示モード:1～100 、グラフモード: 1～10
SWR 表示: 数値または棒グラフ
R および X レンジ: 数値表示モード:0～10000Ω、-10000～10000Ω、
　　グラフモード: 0～1000Ω、グラフモード: -1000～1000Ω

表示モード:

- SWR 単一周波数または5周波数
- SWR、リターンロス、R、X、Z、L、C 単一周波数
- SWR グラフ、80 点プロット
- R, X グラフ、80 点プロット
- スミスチャート、80 点プロット
- TDR (時間領域反射計) グラフ

付属機能: SWR か R,X またはスミスチャート モードでの「開放－短絡－負荷」較正

RF 出力:

- コネクター形状:N
- 出力波形:矩形波、0.1～200 MHz:基本波、200 MHｚ以上:高調波
- 出力電力: -10 dBm (50Ω 負荷)

電源:

- 単三アルカリ電池 x ３本
- 単三ニッケル水素電池 x ３本 (1800～3000 mAH) ＊
- 満充電電池使用時の最大連続計測時間:３時間、最大スタンバイモード継続時間:４８時間
- USBコネクターを介して外部電源(PCあるいはACアダプター)の供給可能

インターフェース:

320x240 カラー TFT 画面
6x3 防水キー
多言語対応のメニューとヘルプ画面(かな漢字対応済み)
PC との USB 接続

WHD: 10x23x5.5 cm
環境温度範囲:0～40 ℃
質　量: 380g (電池なし)、450g(電池込み)
＊ニッケル水素電池と充電器は同梱。

3. ご注意

アナライザーを壊さないように、下記の注意を厳守下さい！

雷とか静電気で死に至ることがありますので、雷が接近してきている時は、絶対にアナライザーをアンテナに繋がないで下さい。

落雷（直接雷・誘導雷）とか近接送信によりアナライザーが破壊される恐れがあるので、使用後は必ずアナライザーをアンテナから外して下さい。

直流電源または送信機出力をアナライザーに加えないでください。送信中のアンテナに隣接するアンテナにアナライザーを接続しないでください。

アナライザーに同軸ケーブルを接続する際の静電気ショックを回避するために、接続する前に同軸ケーブルの芯線と外被を接地してください。

お使いにならない時は、アナライザーを動作させたまま、測定モードで放置しないでください。近辺の受信機に妨害を与える可能性があります。

PC と一緒に使う場合は、最初に測定対象のアンテナをアナライザーに接続してから、アナライザーを PC の USB ポートに接続します。こうすることで静電放電による障害からアナライザーを防御します。
デスクトップ PC のシャーシは必ず大地アースをして下さい。
ラップトップ PC は AC アダプターを外してバッテリーだけで使用下さい

4. 使い方

4.1. 使用準備

アナライザー下側の電池ボックス・カバーを開けて、電池の極性(+/−)に注意して満充電の 1.2V 単3ニッケル水素 (Ni−MH)電池または 1.5V 単3アルカリ乾電池を入れてください。

注意事項:

- 古い電池と新品電池を混用しない
- ニッケル水素電池とアルカリ電池を混用しない
- 電池を加熱・分解しない
- 電池をショートさせない
- アルカリ電池を充電しない

ニッケル水素(Ni−MH) 電池の充電には同梱の専用充電器をお使い下さい。
電池の電解液の漏洩はアナライザーに深刻な損傷を与える恐れがあります。

アナライザーを長期間使用しない時は、電池を取出して冷暗所に保管下さい。

4.2. 電源 ON−OFF

キーパッドの右下角に配置されている、 (power) キーでアナライザーの電源を ON−OFF します。このボタンを押すと、LCD画面にファームウェアーのバージョン番号と電池電圧が表示されます。バージョン・電圧を確認したい場合は キーを押し続けて下さい。
メニュー画面は簡素だがアナライザーを効果的に操作できるように考えられおり、各モードで 1 (help) キーを押すとそのモードで有効なキー操作が表示されます。アナライザーはマニュアルを見ないでも操作できるように作られています。

4.2.1 日本語表示

メインメニューで**基本設定**(0 キー)を押して、**設定(1/4 頁)**画面で**言語**(2 キー)を押し込んでゆくと、英語−ロシア語−日本語−英語・・・と巡回します。日本語が現れた所で(ok キー)を押せば日本語に設定できます。**ご注意**:ファームウェアを更新すると言語設定は英語に戻ります。
注意 : アンテナ・ケーブルをアンテナ端子に接続する時に端子中心の芯線受け側導体を強引に回転させる(こね回す)とコネクターが壊れます。回すのはコネクターの外被側の固定用金具だけにして下さい。

4.3. メインメニュー

アナライザーの電源を入れると、次のメインメニューがLCD画面に表示されます。

メインメニューにはアナライザーの操作に関する主要項目が表示されます。0基本設定の説明は23～26頁をご覧下さい。

F (function) キーを押すと次の操作項目が表示されます。

メインメニュー右上隅の2つのアイコンは次の通りです。

- 電池アイコンは電池の放電状態を表示し、放電終止に近づくと点滅を始めます。
- USB アイコンはアナライザーを PC 接続した時、または USB 端子から電源を供給した時に表示されます。

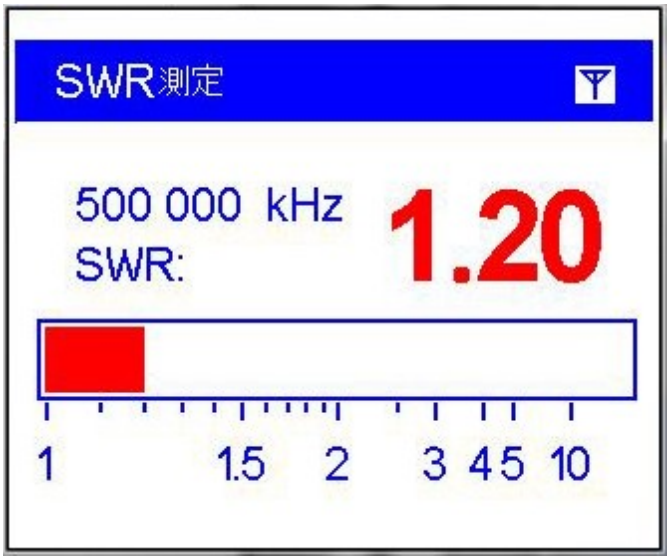
AA-600/1000 アンテナアナライザーには詳細操作の画面が用意されています。1 (help) キーを押すと現在のモード(例えば SWR)で利用できるキーと操作内容が表示されます。

4.4. 単周波と5周波 SWR 測定モード

SWR 単周波モードでは、設定した周波数でアンテナ又は負荷の種々のパラメータを測定できます。**5周波 SWR** モードでは5つの周波数で SWR を一気に測定できます。

4.4.1. SWR 単周波モード

メインメニュー画面の 7 **SWR 単周波** キーを押すと測定対象（大概の場合アンテナ）の SWR が棒グラフと数値 で表示されます。



2 キーで周波数の設定を、矢印キーで周波数を増（右矢印）減（左矢印）できます。

✓ (ok) キーを押すごとに測定開始・中止（終了）を繰り返します。測定が始まると、右上隅のアンテナ・アイコンが点滅します。1 (help) を押すと次の詳細キー操作が表示されます。

4.2.2. SWR2Air モード

リグエキスパート AA-600/1000 アンテナアナライザーに搭載の新機能 の SWR2Air モードは長いケーブル端につながれたアンテナの調整を容易にする目的で設計されています。

通常、２人掛りでアンテナを調整します。一人がアンテナを調整し、もう一人は長いケーブル端で SWR の値が変化するのを叫んで調整している人に知らせます。

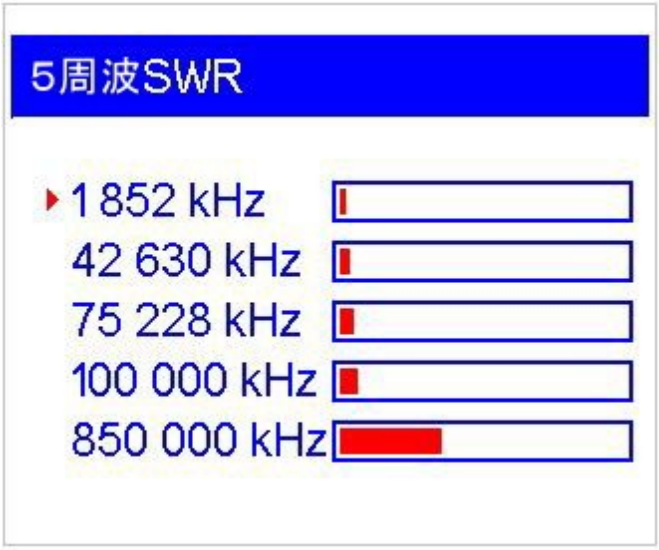
同じ調整が SWR2Air モードを使うことで一人で簡単に行えます。SWR 測定結果は任意周波数で送信されますので、HF または VHF のポータブル受信機で聞くことができます。ポータブル受信機のスピーカーから聞こえるビープ音の長さが SWR の値で変わります。

SWR 測定メニュー画面で F キーの同時押しで SWR2Air モードが起動します。F 2 キーの同時押しで受信機の周波数に同調を取ることができます。

4.4.3. 5周波 SWR モード

AA-600/1000 は5周波同時に SWR を測定できます。メインメニューで F 7 キーの同時押しで**5周波 SWR** モードになります。

5周波 SWR はマルチバンド・アンテナの調整で非常に有用です。▲ ▼ キーにより周波数を選択して周波数の設定・変更を行えます。0 を押すごとに SWR バー表示（下図）か数値表示（上図）に切り替ります。



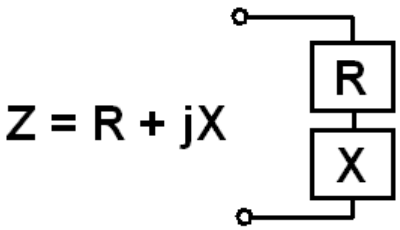
1 (help)キーを押すと詳細キー操作が表示されます。

4.4.4. 全項目表示モード

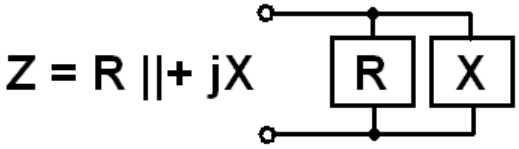
全項目表示（ 8 キー）モードでは、アンテナなど 負荷のパラメータを一画面に表示できます。SWR、RL（リターンロス）、Z（インピーダンス）、R（抵抗）、X（リアクタンス）および X に対応するインダクタンス、またはキャパシタンス の値（下図）が表示されます。

R,X,L は直列モデルでの値で、RII,XII,LII は並列モデルでの値です。

- 直列モデルとは R と X が直列に接続された下図のモデル・数式になります。



- 並列モデルとは R と X が並列に接続された下図のモデル・数式になります。

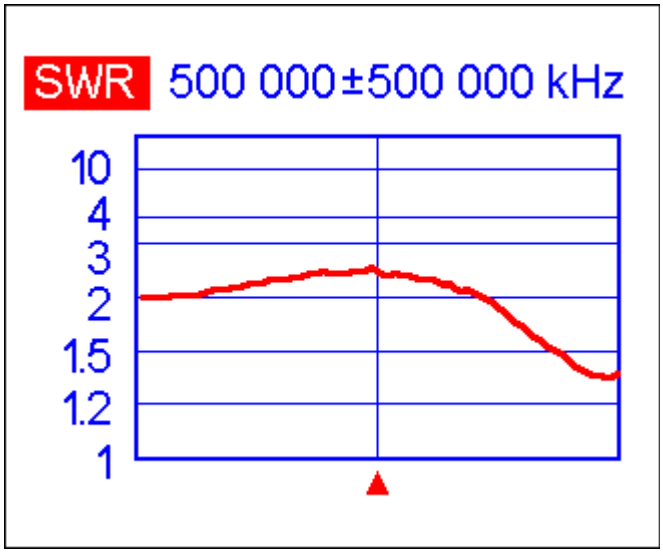


4.5. グラフ モード

リグエキスパート製アンテナ・アナライザーの優れた特徴の一つは、アンテナなど 負荷の種々パラメータ（物理定数）をグラフ表示できることです。グラフ表示は指定周波数内でのそれ等パラメータの挙動を素早く把握でき、非常に有用です。

4.5.1. SWR グラフ

SWR グラフ モード（**メインメニュー**で 4 キー）は、指定した周波数範囲内の SWR（定在波比の値）をグラフ表示します。



中心周波数は（ 2 キー）で 、周波数幅（範囲、スパン）は （ 3 キー）で設定します。十字キー（ ◄ ► ▲ ▼ ）でそれ等の値を増減できます。周波数の増減はグラフ中央下の赤い△カーソルの動きと上部の数字で、周波数幅の増減は±以降の数字の増減で判ります。

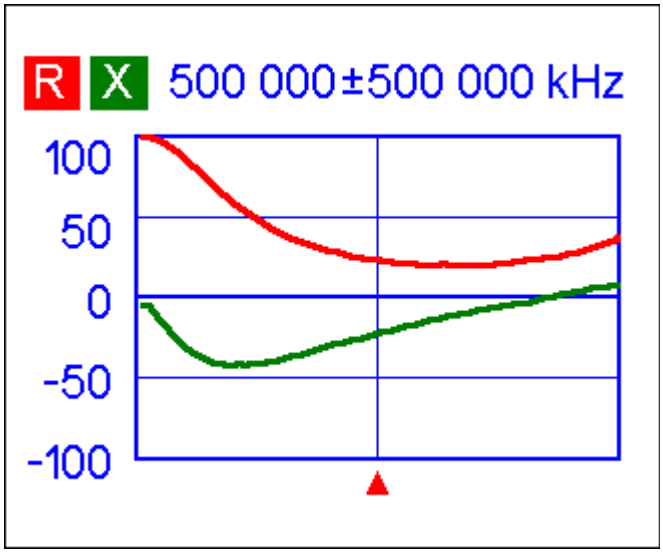
✓ (ok) キーにより SWR 測定の開始/中止、あるいはグラフの更新を行えます。

メインメニューで 4 、 0 と押すとプリセットされている１３のアマチュア無線バンドが表示されます。６m以上のバンドは続けて 0 キーを押します。 1 ～ 9 何れかのキーで希望の中心周波数と周波数幅が瞬時にセットできます。 1000MH z帯域は１４番目に設定されています。

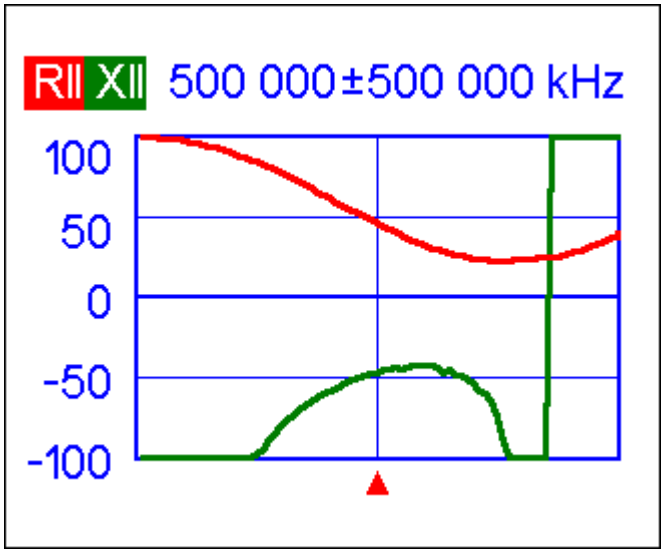
1 (help)キーを押すと詳細キー操作が表示されます。

4.5.2. R,X グラフ

R,X グラフモード（**メインメニュー**で 5 キー ）は、R（複素インピーダンスの実部）と X（虚部）が異なる色で表示されます。



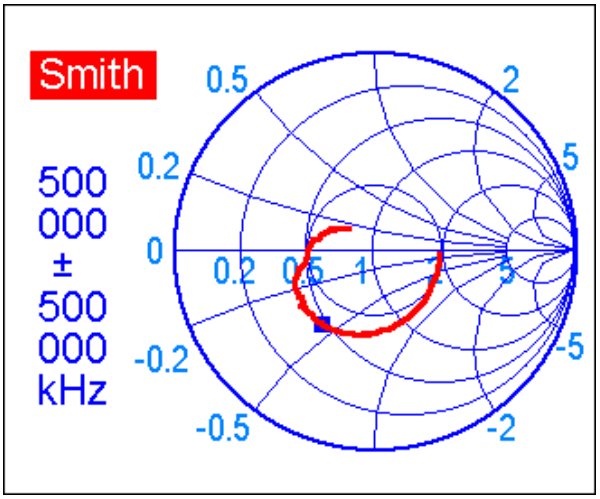
上のグラフでプラス領域のリアクタンス X は誘導性の負荷をマイナス領域の X は容量性負荷を表しています。直列モデルでグラフに表した上と同じ負荷を並列モデルで表示すると下図になります。直列・並列の設定は**設定（2/4頁）**メニューの 7 キーで行います。

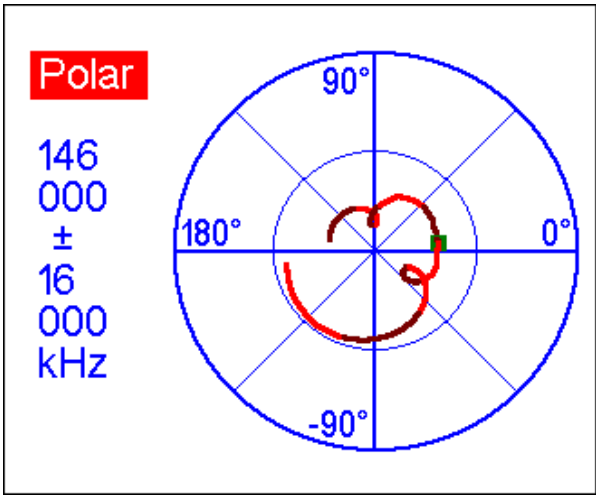


1 (help)キーを押すと詳細キー操作が表示されます。

4.5.3. スミス/ポーラ チャート

スミスチャート/ポーラ チャート（メインメニューで F + 5 キーの同時押し）は指定した周波数範囲で反射係数を表示するのに適しています





1 (help)キーを押すと詳細キー操作が表示されます。

注） 日本語版ではスミスチャート表示に、US 版ではポーラチャート表示になります。

4.5.4. カーソル点データ

グラフモードで、 F + 1 キーを同時押しするとカーソル位置（周波数）における負荷のパラメータ（物理定数）が表示されます。

4.5.5. メモリー操作

グラフモードで、6 キーを押すとデータをメモリーに保存する下の画面に変わります。

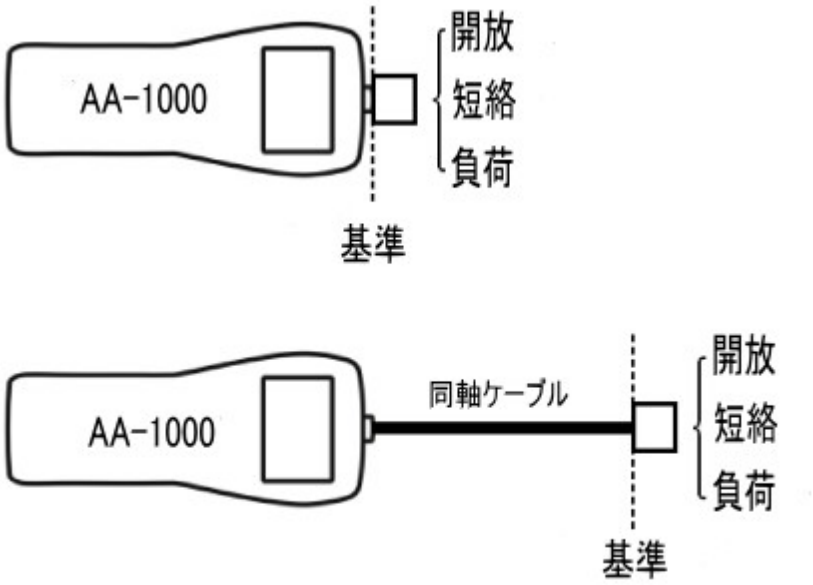
データは最大で 90 CH 分のデータを メモリーに保存できます。保存データの読出しは 9 キーで上の画面を呼び出し、矢印キーで希望のメモリー番号を指定し、✓ (ok) キーにより保存したデータを読出します。

メモリー名の編集は SWR 又は R,X グラフモードで F + 9 キーを同時押しで下の画面を呼び出し行います。◄キーで文字列を消去し、▲▼◄►キーで新しい名前を入力し✓キーで確定します。

4.5.6. 較正

リグエキスパート AA-600/1000 は較正しなくても精度の高い測定ができるのだが、「開放-短絡-負荷」法による較正を行えばより精度の高い測定ができるようになります。

較正に使われる3つの基準「開放-短絡-負荷」は高精度でなければなりません。特に100MHｚ以上ではこの要件が重要になってきます。通常、負荷として高精度の50 Ω 抵抗が用いられます。3つの基準「開放-短絡-負荷」が接続されるところを**基準面**と呼んでいます。もし、アナライザーから離れた伝送路端で較正が行われると、アナライザーはアンテナなど被測定物の測定結果から伝送路の影響を差し引いた、より真値に近い負荷パラメータを表示します。

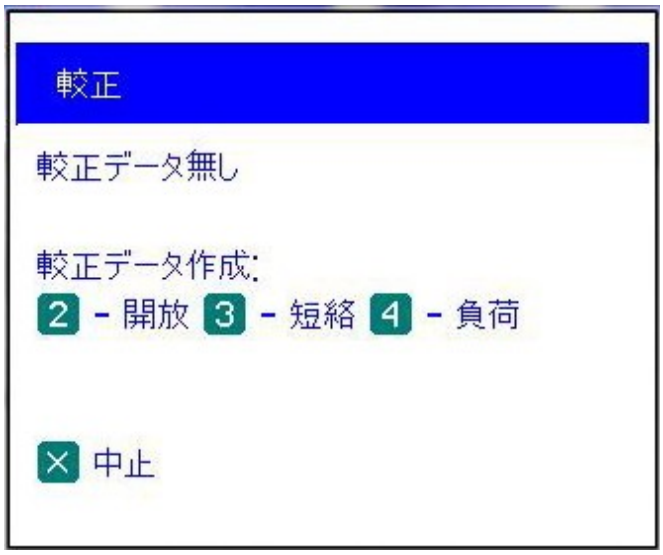


較正手順は次の通りです。

1，**SWR グラフ**（ 4 キー）、**R,X グラフ**（ 5 キー）または**スミスチャート**（ F + 5 キーの同時押し）の何れかのモードに設定する。

2，測定対象アンテナを想定した、中心周波数（ 2 キー）と周波数幅（ 3 キー）を設定する。

3, F + 8 キーの同時押しで 次の**較正**画面を呼び出す。

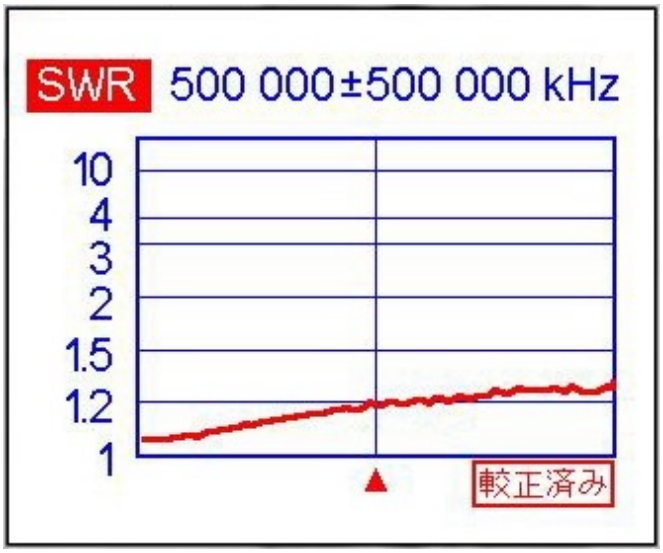


4, アンテナ端子(フィーダの先端あるいはアナライザー端子、16頁の基準面、以下同じ)に何も繋がない(開放)で 2 キーを押す。アナライザーは手順 2 で設定した周波数範囲をスキャンし測定結果を自動的に較正データとしてをメモリーに保存します。

5, アンテナ端子をワニロクリップ等で短絡し 3 キーを押す。

6, アンテナ端子に正確な50 Ω(負荷)を接続し 4 キーを押す。**ご注意**:**SWR グラフ**と**スミスチャート**を正しく表示するには、23頁の**設定(2/4 頁)**の基準 Z(Imp.)の値と負荷の抵抗値は同じでなければなりません。測定結果は自動的に保存されます。

開放-短絡-負荷 の3形態でパラメータが計測されると、**SWR グラフ**では右下部に、**スミスチャート**では左下部に較正済みの囲み字が表示されます。



較正時に設定した中心周波数または周波数幅を変更すると、較正データは無効になります。

較正画面（下図）で 5 キーで較正データを無効、つまりアナライザー本体のメモリーから較正データを消去できます。 6 キーで素早く較正時の中心周波数と周波数幅に戻せます。

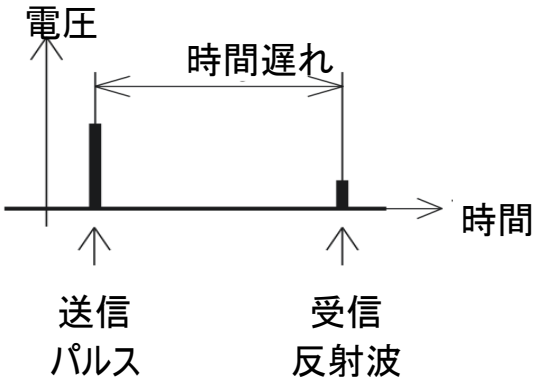
4.6. TDR (時間領域反射計) モード

4.6.1. 理論

TDR メータは伝送路(ケーブル)の不具合個所を特定するのに使われる電子計測器です。

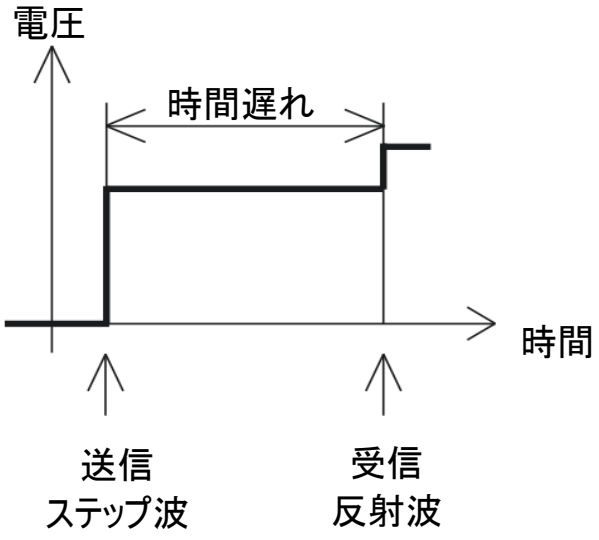
短い幅のパルス信号を伝送ラインに送り込むと反射されたパルスが観測できます。その2つのパルスの遅延時間、光の速度およびケーブル速度係数が判れば DTF(不具合個所までの距離)は計算できます。反射されたパルスの振幅と波形から不具合の種類を想定できます。

インパルス応答



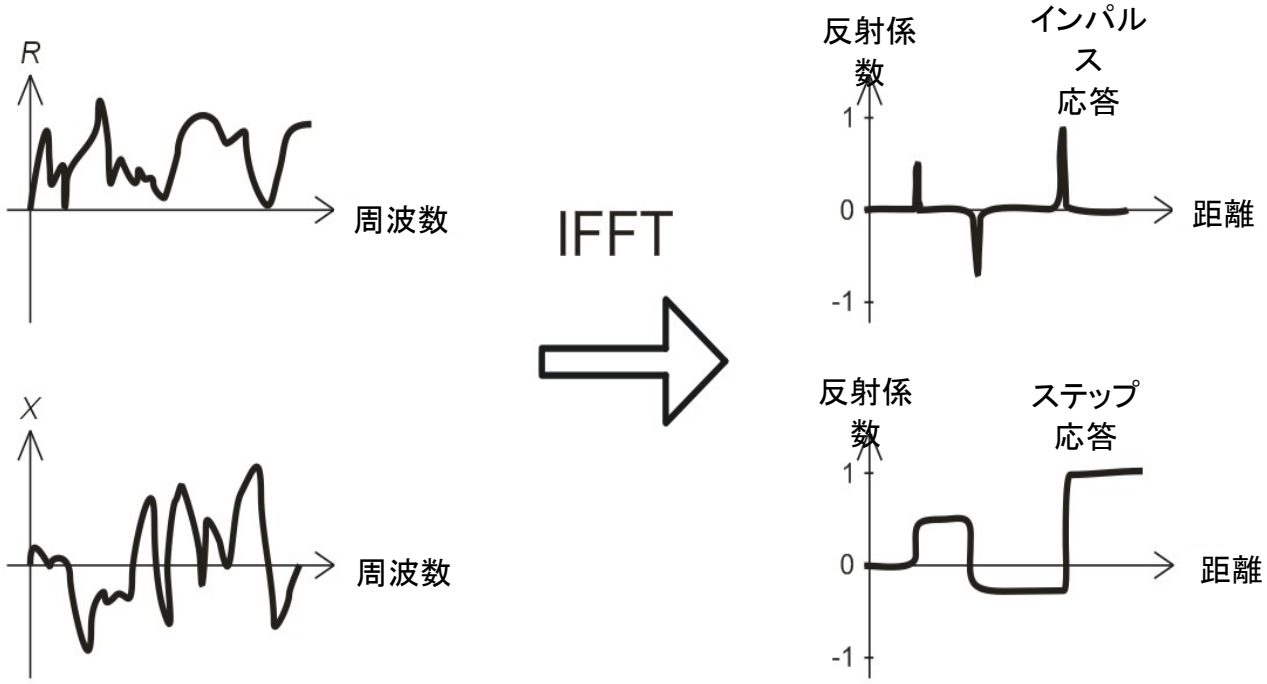
短いパルスの代わりに、ステップ波形を使っても構わない。

ステップ応答



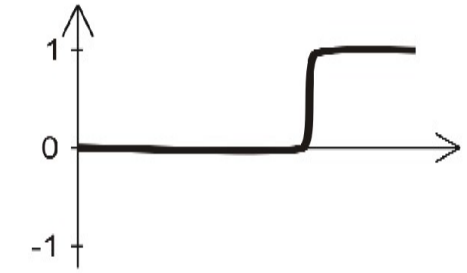
市販されている多くの他の反射メータと違って、リグエキスパート AA-600/1000 はケーブルにパルスを送り込まない別の技術が使われています。最初に R と X (インピーダンスの実数部と虚数部)が全周波数領域(～1000MHz)で計測されます。次に、そのデータに IFFT (逆 FFT)を適用し、最終的にインパルス応答とステップ応答を算出します。. グラフの縦軸は反射係数を表します。−1 は短絡を、0 はインピーダンス整合($Z_{Load}=Z_0$)を、+1 は開放を意味します。ケーブルの速度係数が判れば横軸は長さの単位で表せます。

これ等のグラフ上に単一個所あるいは複数個所の不連続点を表示できます。インパルス応答グラフは距離計測に向いており、ステップ応答グラフは不具合の原因究明に役立ちます。

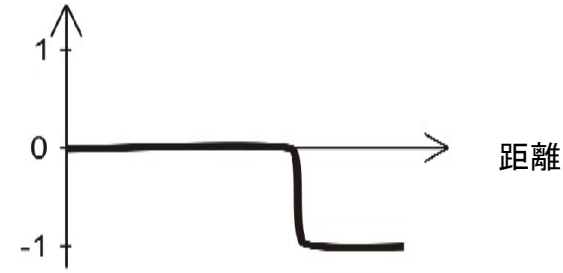


次ページの代表的なステップ応答グラフ例を参照ください。

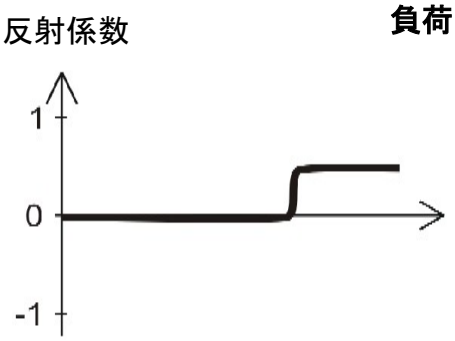
オープン回路



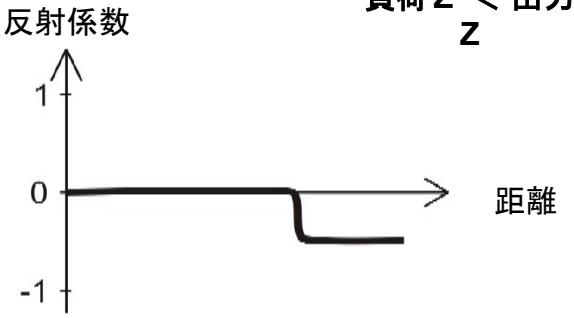
ショート回路



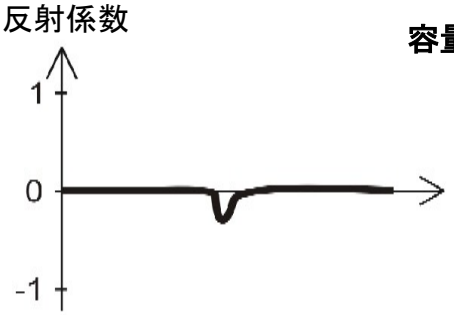
負荷 Z ＞ 出力 Z



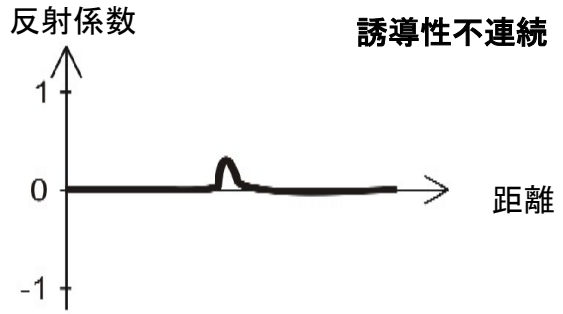
負荷 Z ＜ 出力 Z



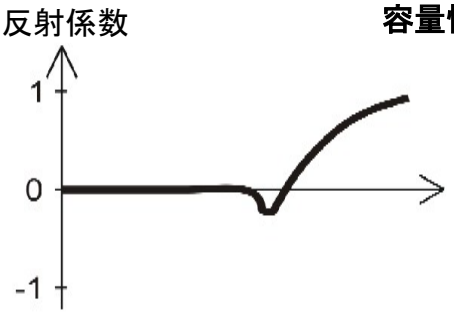
容量性不連続



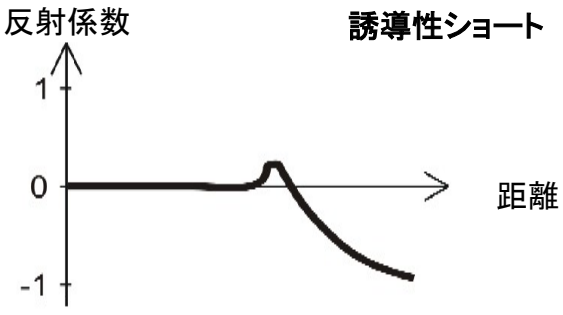
誘導性不連続



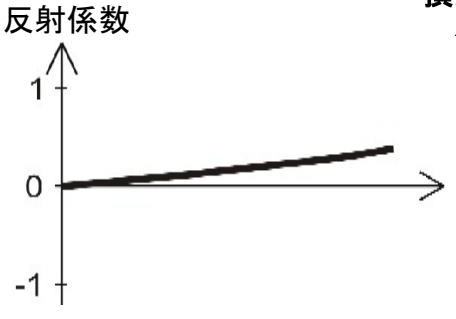
容量性ショート



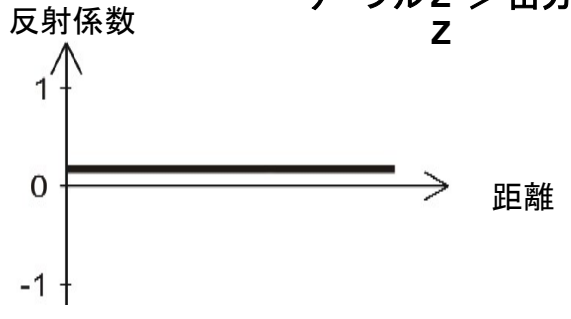
誘導性ショート



損失の大きいケーブル

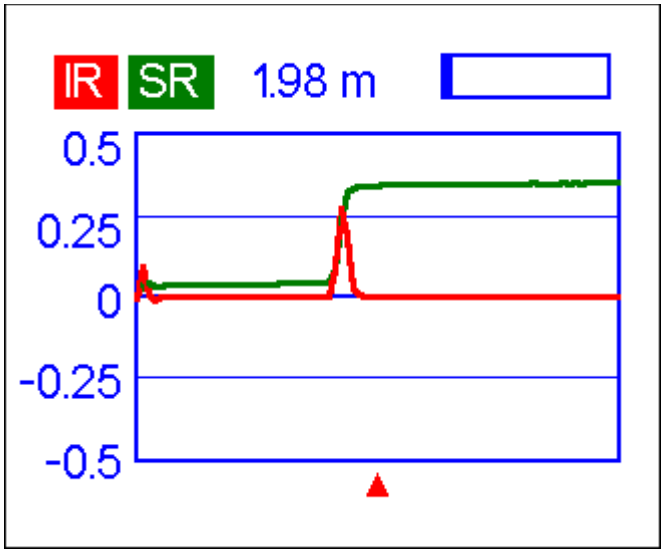


ケーブル Z ＞ 出力 Z



4.6.2. 実測

F + 4 キーでインパルス応答 (IR)とステップ応答 (SR) グラフ画面(下図)になります。



基準インピーダンス、同軸ケーブルの速度係数および単位(m または ft)の設定は**設定(2/4頁)**で行えます。

✓ (ok) キーで測定を開始します。測定にはおおよそ1分ほど掛かります。ケーブル端にアンテナを繋いでも繋がなくても、どちらでも構いません。アンテナの有無でグラフの様子が変わるのはケーブル端の位置だけです。

十字左右キーでケーブル位置(△カーソル)を、上下キーで左右キーの感度(m/ステップ)、即ちズーム機能に相当を変えられます。右上のバーグラフ全体が最大計測長(100m)を、塗り潰し部分がグラフに表示されている部分に相当しています。

測定結果をメモリーに保存するには 6 キーでメモリー保存の画面からメモリー番号90～99の何れかを指定します。メモリーに保存したデータは 9 キーで呼び出せます。必要に応じて F + 9 の同時押しでメモリー名の編集ができます。

F + 1 の同時押しでカーソル位置のインパルスおよびステップ応答の数値データと予測インピーダンスが表示されます。

1 (help)キーを押すと詳細キー操作が表示されます。

4.7. メニュー設定

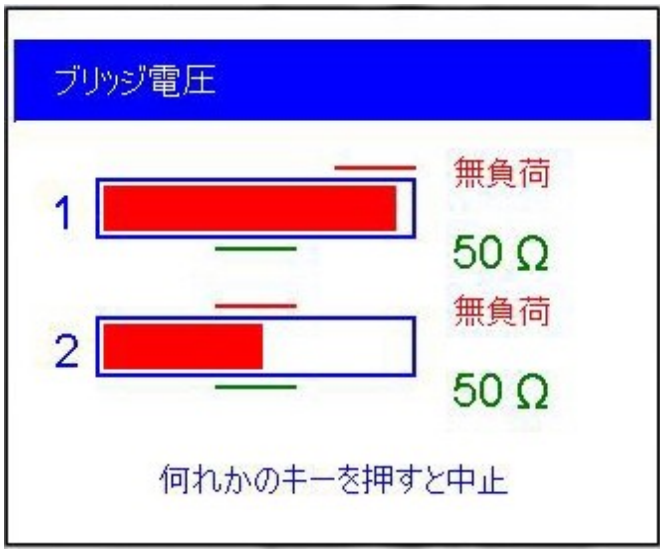
基本的な事項の設定は、**メインメニュー**で 0 キーを押し込んで行います。一度押すと下の**設定(1/4 頁)**の画面が現れます。2 ～ 5 のキーは押す毎に設定内容が変わります。希望する内容に到達した時点で ✓ (ok) キーを押して設定を決定します。

2 – 言語選択
3 – バックライトの点灯時間
4 – スクリーンの色具合
5 – ビーパー音の ON/OFF
0 – 設定(2/4 頁)へ移動、他の項目設定

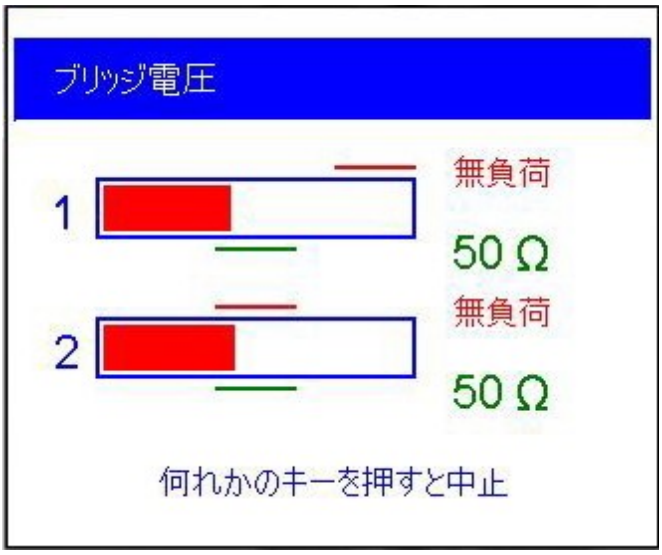
2 – WWV などの標準電波を利用して、周波数精度を数 ppm オーダに追い込めます。但し、デジモード・インターフェースかそれと等価の環境が必要。
3 – TDR モードで使う長さの単位を選択

4 , 5 – TDR 用にケーブルの速度係数を選択（送りと戻しキー）
6 – 基準インピーダンスの選択（SWR、スミスチャート、TDR 用）
7 – 直列/並列モデルの選択（R,X グラフ用、１１頁参照）
0 – 設定（3/4 頁）へ移動、動作確認の頁

2 – 抵抗ブリッジの電圧テスト、下図のように ブリッジの左右の中点電圧を2本のバーグラフで表示します。下図はアンテナ端子に何も繋がない時（無負荷）のブリッジ電圧の様子です。

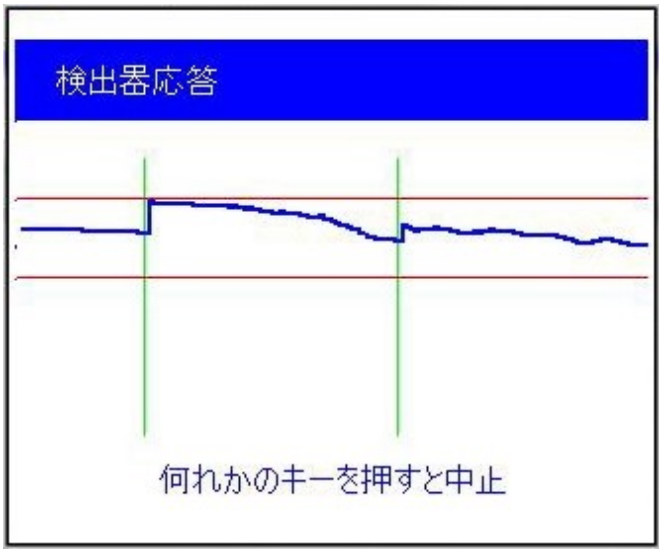


アンテナ端子に50Ωを接続すると、次頁の図になります。上側の１番バーのレベルの違いに着目して下さい。



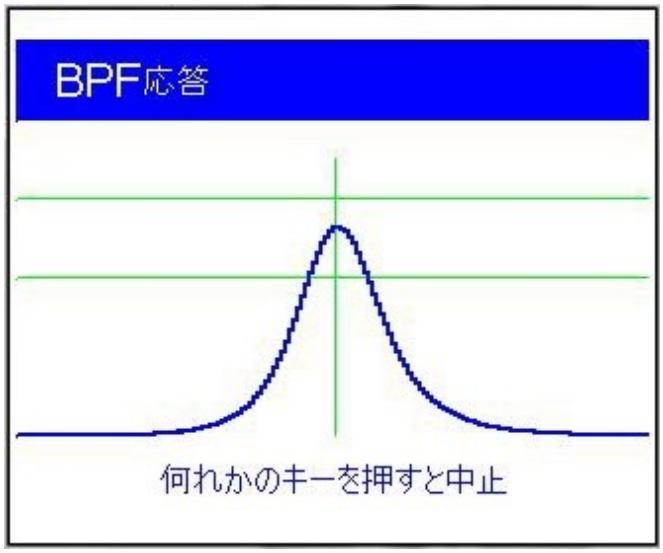
もし、バーが表示されない時は、RF 出力段かレベル検出器、あるいはその両方が正常に動作していないと考えられます。

3 – アンテナ端子の周波数ー検出器出力グラフは下図の様になります。



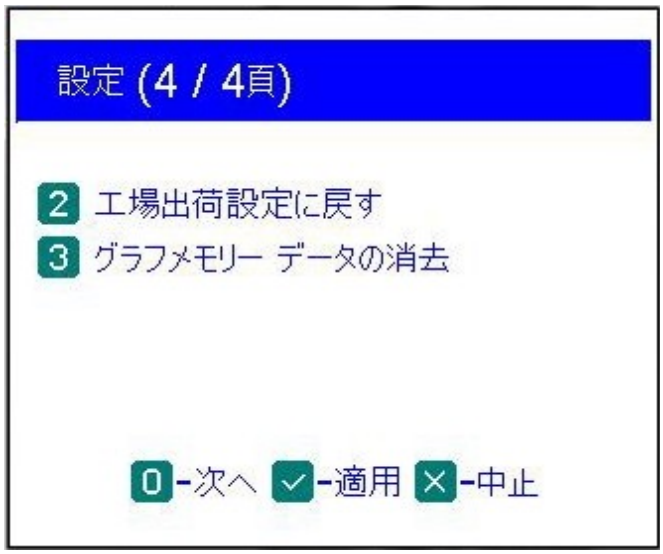
無負荷時の電圧カーブは概ね2本の水平線の間に収まります。垂直線の周波数で基本波から3次高調波、3次から5次高調波へと切り替ります。

4 – BPF（バンドパスフィルター）の周波数特性です。無負荷時の特性カーブは概ね下図となります。



カーブの頂点は概ね垂直線に重なり、2本の水平線の間に表示されます。垂直線より若干、左右にずれるかもしれませんが、そのバラつきは許容範囲です。

0 – 設定（4/4 頁）へ移動、リセットの頁



2 – アナライザーの全設定と保存データをリセットし工場出荷状態に戻します。
3 – メモリーに保存したグラフデータだけを消去します。
0 – 設定（1/4 頁）へ戻ります。

4.8. PC 接続

リグエキスパート AA-600/1000/1400 アナライザーを PC に接続して測定結果を PC 画面に表示したり、アナライザーの LCD 画像を PC にスクリーンショットとして取り込むことができます。機能追加・バグ修正の際のファームウェア更新は PC で行います。

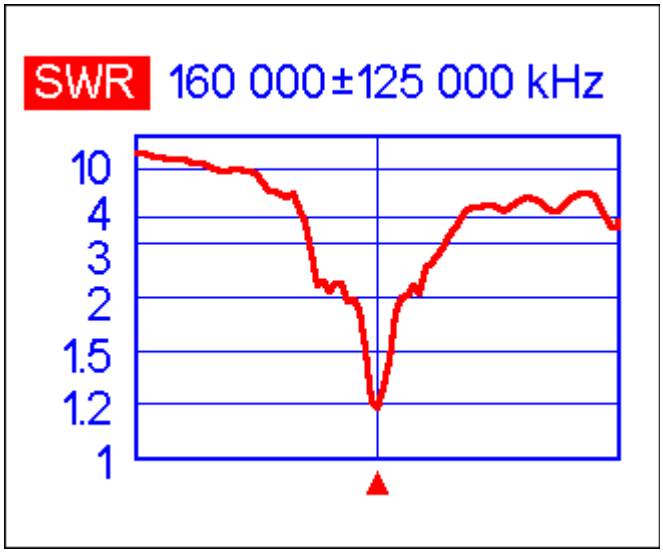
一般的な USB ケーブルでアナライザーと PC を接続して、其れ等のことを行います。 同梱CDに必要なソフトは含まれています。必要に応じて www.rigexpert.com のサイトから最新版をダウンロード下さい。詳細は、同梱のソフトウェアーマニュアルをご覧ください。

5. 応用編

5.1. アンテナ

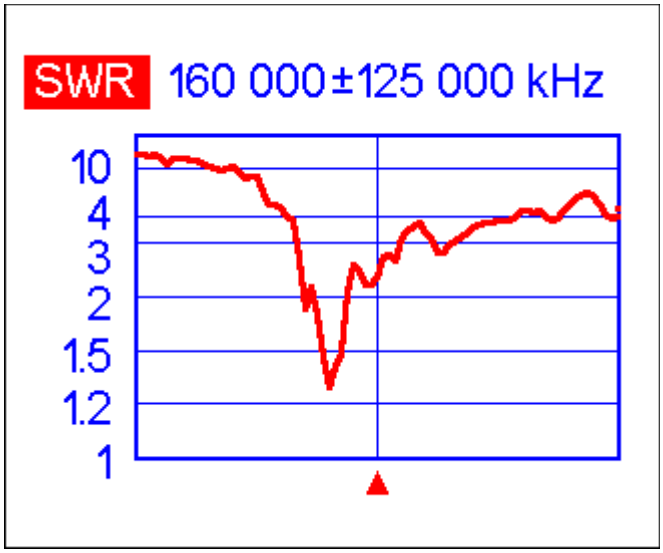
5.1.1. アンテナの検査

SWR グラフモードはアンテナの検査に適しており、アンテナを送受信機につなぐ前にこのモードで検査すると安心できます。



上図は VHF 帯の車載垂直アンテナの SWR グラフです。運用周波数は 160 MHz で、その周波数での SWR は許容レベルの 1.2 なのが判ります。

下図は上とは別の車載アンテナの SWR グラフです。



実際の共振周波数は、おおよそ 135 MHz で希望周波数から大きく掛け離れています。160 MHz における SWR は、2.7 となっており、許容範囲外です。

5.1.2. アンテナの調整

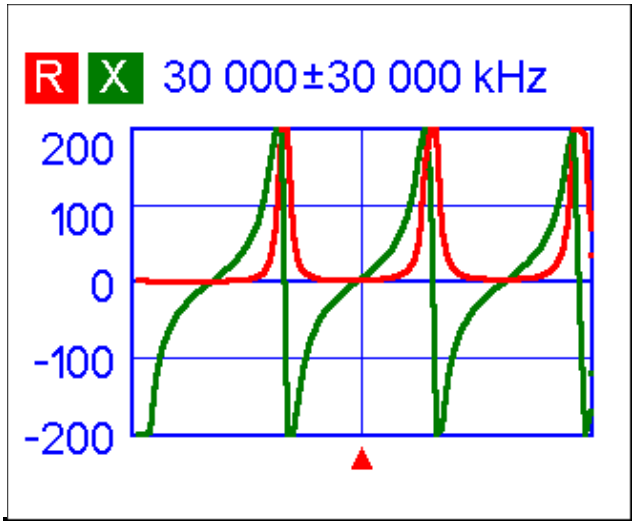
アンテナの共振周波数が希望値から外れている場合は、アナライザーにより簡単に調整できます。ダイポールのように単純なアンテナでは、実際の共振周波数と希望の周波数がわかれば物理的な寸法を合わせ込めます。

複数の要素（コイル、フィルターなどを含む）アンテナでは各々の要素を調整しなくてはならないので上の方法では問題を解決できません。その場合は、**SWR 単周波**、**全項目表示**、**スミスチャート**の各モードを活用しアンテナの種々要素を変化させた時の結果を注意深く観察して下さい。

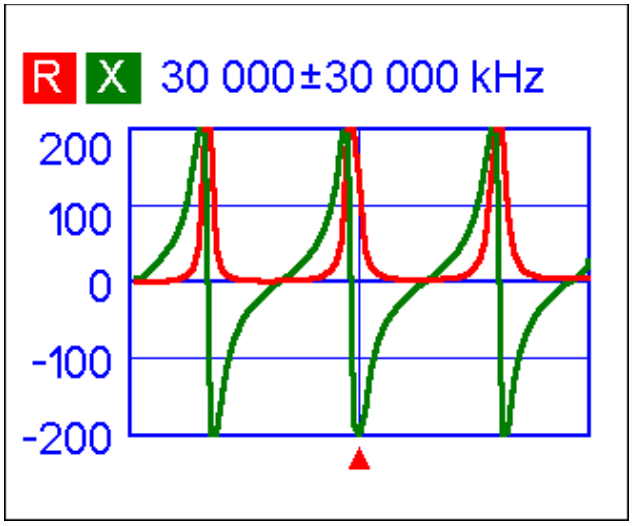
マルチバンドアンテナには、**5周波 SWR** モードを使います。1つの調整要素（キャパシター、コイル、アンテナの寸法の微調整）を変えると如何に SWR に影響するかを異なる5周波数で簡単に見られます。

5.2. 同軸ケーブル

5.2.1. 開放端と短絡端ケーブル



開放端ケーブル



短絡単ケーブル

上図は同じケーブルの端を開放・短落した場合の R と X のグラフです。Xがゼロになる点が**共振周波数**です。

- 開放端では共振周波数は左から右へ 1/4、3/4、5/4 波長、・・・・. になります。
- 短絡端では共振周波数は左から右へ 1/2、1、3/2 波長・・・・となります。

5.2.2. ケーブル長の測定

ケーブルの共振周波数はケーブル長と速度係数に依存します。

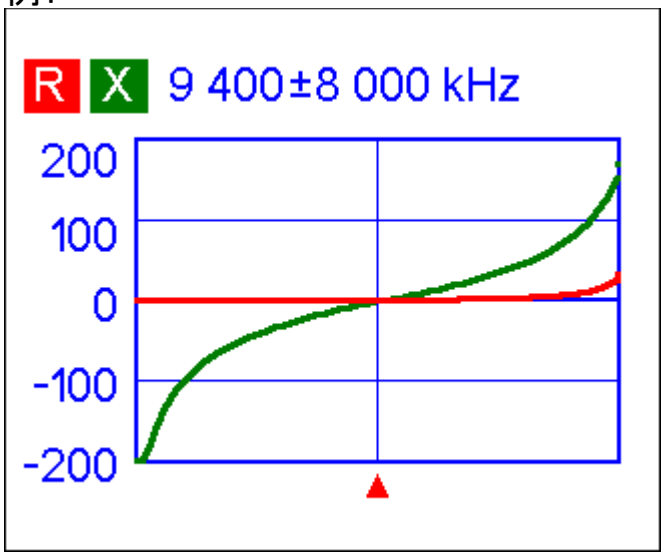
ケーブルの**速度係数**は真空中の電波伝播速度に比べてケーブル中の伝播がどの位に遅くなるかという特性を示すパラメータです。真空中の電波あるいは光の速度は**電磁波定数**、C=299,792,458 m/sec としてよく知られています。

ケーブルのタイプによって速度係数は異なります。例えば、RG-58 の係数は 0.66. このパラメータは製造工程とケーブル素材によって変わるということにご注意ください。

物理的なケーブル長を計測するには;

1, R,X グラフか単一点測定モードで共振周波数を表示する。

例:



RG-58 ケーブルの開放端 1/4 波長
共振周波数は 9400 kHz

2, 特定ケーブルの電磁定数と速度係数を知り、ケーブル中の電磁波の進行速度を求めます。

例: 299,792,458 X 0.66 = 197,863,022 m/s

3, 上記の速度を共振周波数(Hz)で割りケーブル長を計算し、その結果にその共振周波数の位置に対応する数値(1/4, 1/2, 3/4, 1, 5/4 など)を掛けます。

例: 197,863,022 ÷ 9,400,000 X (1/4) = 5.26 m

5.2.3. 速度係数の測定

共振周波数とケーブル長が判れば、速度係数は簡単に計算できます。

1，前述のように方法で共振周波数を見つけます。

例：5 m 長の開放端ケーブルで 1/4 λ における共振周波数は
9400 kHz です。

2，ケーブル中の電磁波の伝播速度を求めます。ケーブル長を 1/4, 1/2, 3/4, etc.（共振周波数の位置による)で割り、その周波数（Hz）を掛ける。

例：5 ÷ (1/4) X 9,400,000 = 188,000,000 m/s

3，最終的に速度係数を求めます。上の速度を電磁定数で割るだけです。

例：188,000,000 ÷299,792,458 = 0.63

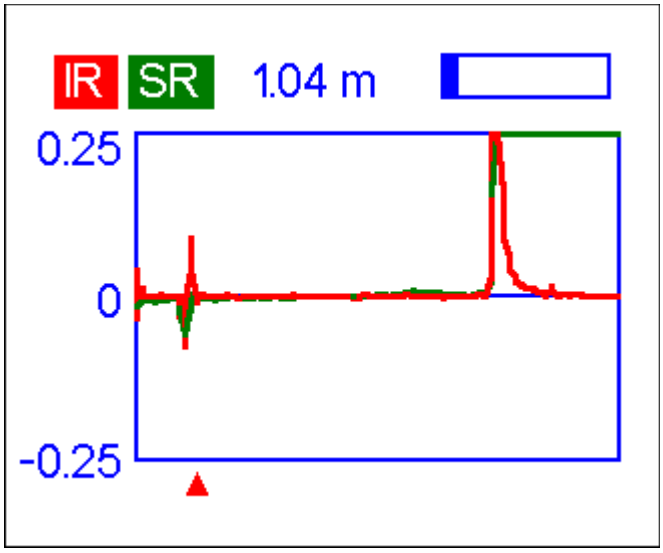
5.2.4. ケーブルの欠陥位置

ケーブル中の考えられる欠陥位置を見つけるには、ケーブル長を計測するのと同じ手法が使えます。リアクタンス成分（X）がゼロ付近になる周波数での振る舞いに注目します。

- もしも X が −∞ から 0 に変化する場合は、ケーブルは開放端です。
- もしも X が 0 から +∞に変化する場合は、ケーブルは短絡端です。

TDR（時間領域反射計）モードを使えば、伝送路の小さなインピーダンス不連続点でさえ特定できます。

例：



上の TDR グラフにおいて、2 本の50 Ω ケーブルを接続した場所の 1.04 m にピークが見えます。右側の大きなピークは6 m でケーブルの開放端に相当します。

5.2.5. λ/4, λ/2, 他の同軸スタブ製作

同軸ケーブルはバラン、伝送路トランス、あるいは遅延線としてしばしば用いられます。

予め決められた電気長のスタブを製作する。

1，ケーブル長の計算：電磁定数を目的の周波数（Hz）で割り、その結果にケーブルの速度係を掛けてから、希望する比（対 λ 比)を掛けます。

例： 28.2 MHz 用 λ/4 スタブ、RG-58 ケーブル（速度係数：0.66）

299,792,458 / 28,200,000 * 0.66 * (1/4) = 1.75 m

2，上で求めた長さより若干長めのケーブルを切って、アナライザーに繋ぎます。
λ/4、3λ/4 などのスタブでは、ケーブルは開放端でなければなりません。また、λ/2、3λ/2 などのスタブでは短絡端でなければなりません。

例： 長さが 1.85 m（余裕： 10 cm)の開放端ケーブル

3，アナライザーを**全項目表示**モードに切り替えます。周波数をスタブ設計値に合わせます。

例： 28,200 kHz

4，先の方から少しずつ（余裕長の 1/10 ～1/5）切って行き、リアクタンス X 成分がゼロ（又は符号が変化）になるまで続けます。切ったら再測定することを忘れないようにして下さい。

例： 11 cm 切断

5.2.6. 特性インピーダンスの測定

同軸ケーブルの主要パラメータの一つが特性インピーダンスです。普通、製造会社はケーブル表面に特性を印刷しています。しかし、ある特定のケースでは正確な特性は不明であるか、または疑わしい。

ケーブルの特性インピーダンスを測るには；

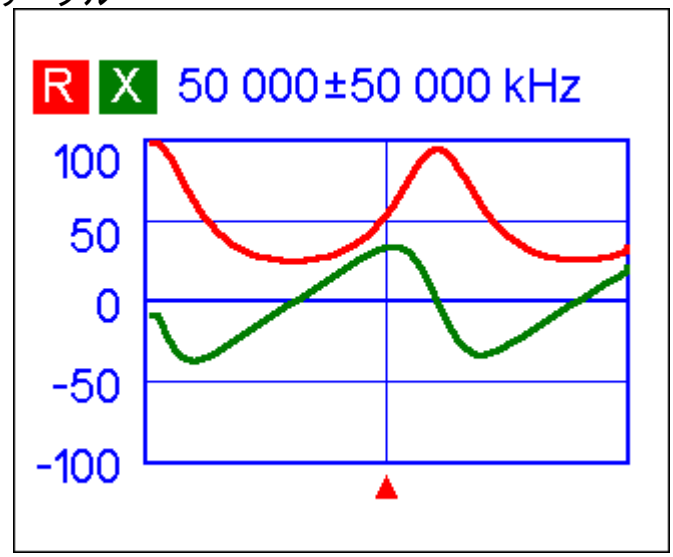
1，無誘導抵抗をケーブル端に接続します。抵抗値はさほど重要ではありません。しかし、50Ω または 100Ω の抵抗をお使いになることをお勧めします。

例 1： RG-58 ケーブルを 51 Ω で終端

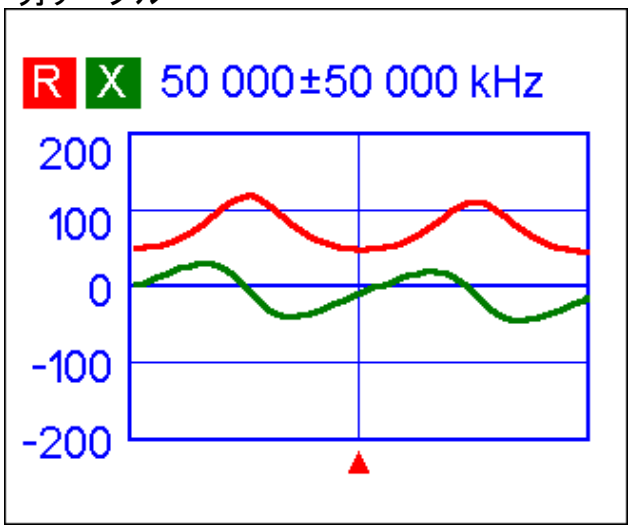
例 2： 特性不明ケーブルを 51 Ω で終端

2，**R,X グラフ**モードにして、十分に大きな周波数範囲（例えば0～50 MHz）で測定します。

例 1： 50Ω ケーブル



例 2：特性不明ケーブル



3，表示範囲を変え更にスキャンを行い、R が最大と最小になる周波数をそれぞれ見つけます。それぞれの周波数で X がゼロクロスします。

例 1：28.75 MHz – 最小、60.00 MHz – 最大
例 2：25.00 MHz – 最大、50.00 MHz – 最小

4，F + 1 キーの同時押しで**カーソル位置データ**画面にし上の各周波数における R の値を得ます。

例 1：25.9 Ω – 最小、95.3 Ω – 最大
例 2：120.6 Ω – 最大、49.7 Ω – 最小

5，最大値と最小値の積の平方根を求めます。

例 1：√25.9X95.3 = 49.7 Ω
例 2：√120.6X49.7 = 77.4 Ω

5.3. 他の要素の測定

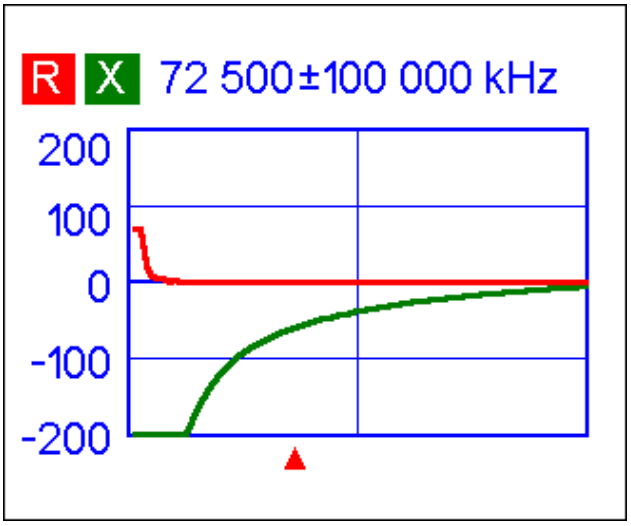
アナライザーはアンテナおよび給電線路を対象に設計されているのだが、他の RF 素子のパラメータの測定にも問題なく使えます。

5.3.1. キャパシタンスとインダクタンス

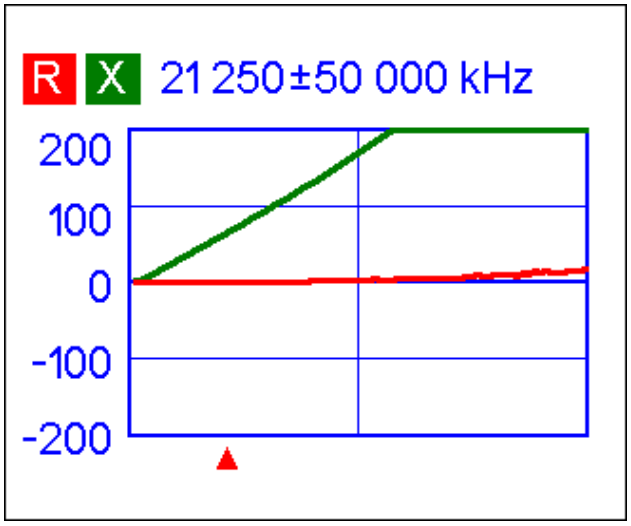
アテナアナライザーは数 pF から約 1 μF までのコンデンサーおよび数 nH から約 100 μH までのインダクターを測定できます。

コンデンサーまたはインダクターは RF コネクターにできるだけ近くで接続して測るようにして下さい。

1，R,X グラフモードで十分に大きな周波数範囲（下図参照）でスキャンします。



例 1：不明なキャパシター



例 2：不明なインダクター

2，左右の矢印キーで周波数を　キャパシターの場合 X が −25〜−100 Ω の範囲で、インダクターの場合は X が 25〜100 Ω の範囲でスクロールします。必要に応じてスキャン範囲を変えて再試行します。

3，F + 1 キーの同時押しで**カーソル位置データ**画面にして、C と L の値を読み取ります。

例 1：不明なキャパシター

例 2：不明なインダクター

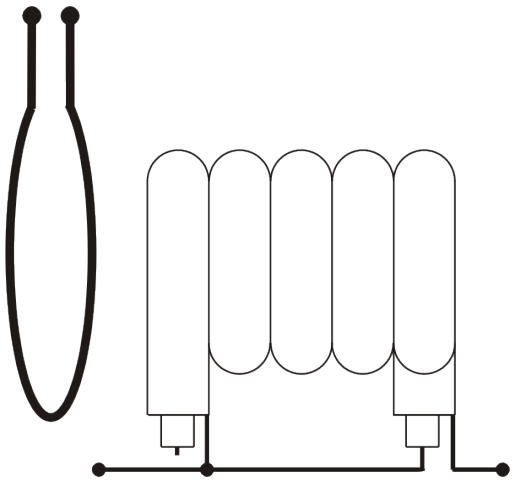
5.3.2. トランス

アナライザーは RF トランスの検査用途にも使えます。1 : 1トランスでは2次側に 50Ω の抵抗を接続して、**SWR グラフ**、**R,X グラフ**、**スミスチャート** の何れかのモードでトランスの周波数特性をチェックします。1 : 1トランス以外では抵抗値を変えて同様に測定します。

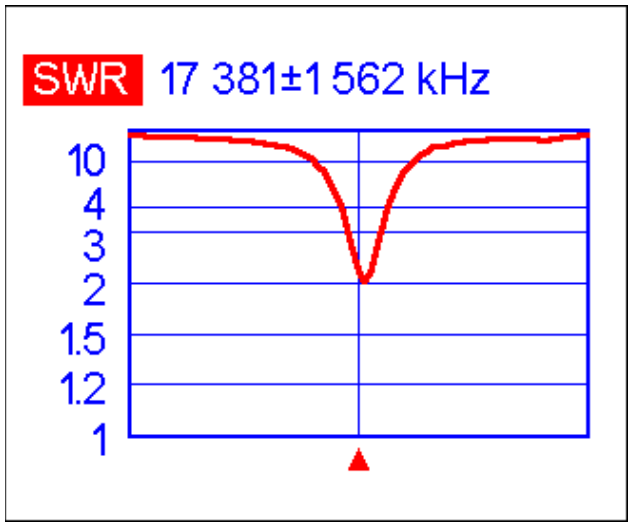
5.3.3. トラップ

マルチバンド・アンテナに使われているトラップは普通 L-C の共振回路です。1 ターン・コイルによりトラップの共振周波数を測定できます。

例 : TV ケーブルで作製した直径60 mm、5回巻の同軸トラップを測定



1ターン・コイルをアナライザーのアンテナ端子に接続し、測定対象のトラップから数 cm の距離に近づけて、SWR グラフ モードで測定した結果が下図です。トラップの共振周波数の 17.4 MHz に明らかなディップがあります。



5.4. RF 信号発生器

リグエキスパート AA-600/1000 の出力波形は方形波で出力レベルは公称-10 dBm（50 Ω 負荷時）です。従って、アナライザーは色々な用途において RF 信号源として使えます。

200 MHz までは基本波が、200 ～ 600 MHz に於いては 3 次高調波が、600 ～ 1000 MHz に於いては 5 次高調波がそれぞれ使われています。

SWR か**前項目表示**モードで (ok) キーを押すと RF 信号がアンテナ端子より出力されます。

必要に応じて**設定（2/4 頁）**の周波数補正機能を活用下さい（23 頁参照）。

Copyright © 2007-2013 Rig Expert Ukraine Ltd.

http://www.rigexpert.com

RigExpert is a registered trademark of Rig Expert Ukraine Ltd.

RigExpert AA-600 and AA-1000 Antenna Analyzers
are made in Ukraine

28-Aug-2013